

# **MAA- JA KIVIMASSOJEN KULJETUKSET**

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS**

**Rakentamistalouden toimisto 1979**

**TVH 732868**

08  
TIE -



79 578

## SISÄLLYSLUETTELO

- 1 YLEISTÄ
- 2 KULJETUSTEN TALOUDELLISESTA JÄRJESTÄMISESTÄ
- 3 MASSANSIIRTOSUUNNITELMA
- 4 KULJETUSTIESUUNNITELMA
- 5 MAA- JA KIVIMASSOJEN KULJETUSKALUSTO
- 6 KULJETUSTEN JÄRJESTELYN REUNAEDOT
  - 6.1 Säädökset
  - 6.2 TVL:n kuljetuspolitiikka
- 7 OMA JA VIERAS KALUSTO
- 8 KALUSTON VALINTA
- 9 KULJETUSKALUSTOMÄÄRÄN ARVIOINTI
- 10 KULJETUSTEN TEHOKKUUDEN LISÄÄMISESTÄ
  - 10.1 Työnjärjestelystä
  - 10.2 Kuormaus
  - 10.3 Kuljetus ja paluu
  - 10.4 Purkaminen ja levitys
  - 10.5 Häiriöiden vaikutusten vähentäminen
- 11 TAKSOJEN KÄYTTÖ
- 12 KULJETUSTEN SEURANTA
- 13 KULJETUSTEN TURVALLINEN JÄRJESTÄMINEN
  - 13.1 Säädöksiä
  - 13.2 Kuormaukseen liittyviä työturvallisuusohjeita
  - 13.3 Kuorman purkamisessa esiintyvät tavallisimmat tapaturmat
  - 13.4 Kuorman purkamiseen liittyviä työturvallisuusohjeita
  - 13.5 Kuormien vastaanottajan ja kuormauspaikalla työskentelevän varusteet
  - 13.6 Muu varustus
  - 13.7 Rekisteröimättömän kaluston käytöstä
- 14 YHTEENVETO



## 1 YLEISTÄ

Tienrakennuskustannuksista on kuljetuskustannusten osuus 20 - 25 %. Omassa johdossa järjestetyt rakennustoimialan kuljetukset maksoivat vuonna 1978 114 miljoonaa markkaa. Lisäksi kuljetukset vaikuttavat työketjun muiden koneiden ajankäyttöön ja kustannuksiin. KULJETUSTEN MERKITYS on SUURI, joten ne on nivellettävä joustavasti rakentamisprosessiin.

Kuljetusten järjestelyssä on kysymys teknisistä ratkaisuista ja niiden osaamisesta, mutta myös muusta eli MOTIVAATIOSTA JA ASENTEISTA. Vuonna 1978 tehdyn kyselytytkimuksen mukaan kuljetuksia suunniteltiin vähän. Vähäistä suunnittelua puolusteltiin sillä, että kuljetukset suoritetaan yksikköhinnoin. Tiedostamatta oli:

- huonoista kuljetusjärjestelyistä aiheutuvat kuljetusten ja koko massasiirtoketjun yksikköhintaerot (työjärjestelyjen merkitystä väheksyttiin)
- huonoista kuljetusjärjestelyistä aiheutuva taksan-  
korotuspaine
- aikapalkalla suoritettujen "urakkaluontoisten" kuljetusten lisääntyminen yksikköhintataksaa suuremmilla yksikkökustannuksilla
- se, että KULJETUSKUSTANNUSTEN SUURUUTEEN ensisijaisesti VAIKUTTAVAT KULJETUSTEN JÄRJESTELIJÄN HALU JA TAITO suunnitella kuljetuksia (taksajärjestelmän rajoitukset vähäisiä).

Tämä moniste on tehty helpottamaan maa- ja kivimassojen kuljetusten järjestelyä ja kuljetusvaihtoehtojen vertailua. Tiedot perustuvat tie- ja vesirakennuslaitoksessa tehtyihin työtutkimuksiin, asiantuntijoiden haastatteluihin ja alan ammattikirjallisuuteen.



## KULJETUSTEN TALOUDELLISESTA JÄRJESTÄMISESTÄ

Kuljetukset liittyvät kiinteästi muuhun maarakennustoimintaan. Hankkeiden tavoitteisiin tulee sisältyä yksilöidyt ja konkreettiset KULJETUSTAVOITTEET. Tavoitteet on sovittava siten, että KULJETUSTEN JÄRJESTÄJÄ SELVÄSTI TIETÄÄ MITÄ HÄNELTÄ ODOTETAAN JA MITEN HÄN TEHTÄVÄSSÄÄN ONNISTUU.

Yksilöityjen kuljetustavoitteiden sopimista helpottaa kuljetustoimintojen yleisten kehitystavoitteiden tunteminen.

Ne ovat:

- 1            Materiaalivirtojen minimointi
  - pienin tarvittava määrä
  - lyhyin mahdollinen siirtomatka
  - välivarastoinnin minimointi ja tarvittaessa tarkoituksenmukainen käyttö.
  
- 2            Materiaalivirtojen tehokkuuden maksimointi
  - oikea paikka
  - oikea ajankohta
  - oikea aika
  - meno-paluu kuljetukset.
  
- 3            Kuljetuskaluston tehokkuuden maksimointi
  - työsaavutusten maksimointi
  - odotusaikojen poistaminen
  - oikea reittivalinta
  - kuljetusten soveltuvuus.
  
- 4            Työkokonaisuuden tehokkuus

Huolellinen ennakkosuunnittelu auttaa tavoitteiden saavuttamisessa. Suunnitelmaan tulisi em. pohjalta sisältyä:

- rakentajan ja suunnittelijan yhdessä tekemä massansiirtosuunnitelma
- vaihtoehdot huomioonottava kuljetustiesuunnitelma



- kaluston valinnan ja käytön suunnittelu.

## SIIRTOSUUNNITELMA

Kuljetusten järjestelyssä on olennaisena osana massansiirtosuunnittelu. Massansiirtosuunnittelu tulee hoitaa YHTEIS-  
TYÖSSÄ rakentajan ja suunnittelijan kanssa. Siirtosuunnittelu tapahtuu asteittain tarkentuen tien- ja työnsuunnittelun edistyessä. Siirtosuunnitelman tarkkuus riippuu lähtötietojen valmiusasteesta ja kulloisestakin käyttötarpeesta. Koska massatyöt käsittävät huomattavan osan tienrakennushankkeen kustannuksista, massansiirtosuunnitelmalle asetettavat vaatimukset ovat erittäin suuret ennen kaikkea luotettavuuden ja toteuttamiskelpoisuuden suhteen. Suunnitelman laatimisessa on pyrittävä siihen, että:

- massojen käsittelykustannukset ovat mahdollisimman pienet. Tämä edellyttää mm. että:
  - tarpeetonta massojen käsittelyä ei tapahdu
  - massojen välivarastointia on vältettävä
  - kaikki käyttökelpoiset massat tulevat oikein käytetyksi
- vuodenaikojen vaikutus otetaan huomioon
- lopputulos osoittaa alusrakenteen osalta penkereittäin ja päällysrakenteen osalta kerroksittain mistä, missä järjestyksessä ja kuinka paljon massoja siirretään sekä mitkä ovat kuljetusmatkat
- selvitetään alueelta poistettavien massojen määrä, sijoituspaikat ja siirtomatkat.

Suunnittelua varten on siirrettävät massat syytä jakaa ryhmiin, joita käsitellään kutakin erikseen:

- pakkosiirrot (massat joiden käyttö on yksikäsitteisesti sovittu rakennussuunnitelmassa)



- läjitettävät massat
- pengermateriaaliksi kelpaavat massat
- kalliomassat
- jalostetut massat.

Massansiirtosuunnitelman laadinnassa ovat yleensä lähtöasial-  
kirjoina mm:

- tie- tai rakennussuunnitelma
- massaluettelot
- tiedot materiaalin ottopaikoista
- tiedot läjitysalueista.

Siirtosuunnittelussa on otettava huomioon kaikki asiaan vai-  
kuttavat seikat, jotta suunnitelmasta saadaan luotettava ja  
toteuttamiskelpoinen. Laadittaessa massansiirtosuunnitelmaa  
on yllämainittujen lähtötietojen lisäksi selvitettävä seuraa-  
vat suunnitteluun vaikuttavat seikat:

- geoteknilliset olosuhteet
- hankkeilla sijaitsevien massojen käyttökelpoisuus
- tiestö- ja rakennettavat työmaatiet
- yleinen liikenne
- työkohteiden sijoitus
- työmenetelmien valinta ja toimintavälineiden saanti-  
mahdollisuudet
- erikoisrakenteiden, kuten siltojen ja rumpujen,  
aiheuttamat rajoitukset.

Tutkittaessa massansiirtosuunnittelun lähtökohtia on jo tässä  
vaiheessa mietittävä mitä mahdollisuuksia on meno-paluu kul-  
jetusten hyväksikäyttöön massansiirroissa.

Massansiirtosuunnittelua voidaan systematisoida käyttämällä  
erilaisia menetelmiä optimiratkaisun löytämiseen. Suunnit-  
telumenetelmiä on käsitelty mm. TVH:n julkaisuissa TVH  
732911 ja TVH 722443.

#### 4 KULJETUSTIESUUNNITELMA

Tien ominaisuudet vaikuttavat kuljetuskalustotyyppin valintaan, ajonopeuteen ja kuormausuuruuteen (TS-kortti 5017). Kuljetusteistä laaditaan käyttösuunnitelma. Suunnitelmassa on työkohteittain tiedot:

- vaihtoehtoisisista kuljetusreiteistä
- tarvittavista luvista kalustotyypeittäin
- soveltuvista kuljetusvälineistä
- painorajoituksista
- kuljetusteiden rakentamiskustannuksista kalustotyypeittäin (TS-kortti 5026/B2)
- mahdollisuuksista yhdistellä kuljetuksia meno-paluu kuljetuksiksi
- työnaikaisesta kuljetusteiden kunnossapidosta ja sen kustannuksista kalustotyypeittäin.

#### 5 MAA- JA KIVIMASSOJEN KULJETUSKALUSTO

Maa- ja kivimassoja siirretään

- kuorma-autoilla
- maansiirtoautoilla
- traktoridumppereilla
- traktoriperävaunuyhdistelmillä
- työkoneilla.

Kuorma-auto on alkujaan suunniteltu maantieajoön. Kuorma-auton käyttöä puoltavat:

- helppo saatavuus (lukumäärä 6000 - 8000 kpl)
- monipuolisuus
- vähäiset lakimääräiset rajoitukset (liikennöinti yleisillä teillä)
- suuri kuljetuskapasiteetti pitkillä kuljetusmatkoilla varsinkin käytettäessä perävaunuja (ajonopeus)
- suuri kuljetuskapasiteetti lyhyillä matkoilla hyvissä olosuhteissa (ajonopeus).



Kuorma-auton käyttöä rajoittavat:

- huono kulkukelpoisuus heikosti kantavilla maapohjilla (pieni rengaskoko, suuri pintapaine)
- pienehkö kuormakoko (epätasainen painojakautuma, etuakselin kuormitus = 6 t)
- suuri tilantarve kuormaus- ja purkupaikoilla (etuakseliohjaus; pidentää kuormaus- ja purkuaikaa)
- työmaatiekustannukset.

Edullisimmillaan KUORMA-AUTO (ilman perävaunua) ON HYVILLÄ TEILLÄ ja PITKÄHKÖILLÄ KULJETUSMATKOILLA. PERÄVAUNULLINEN KUORMA-AUTO on edullisimmillaan PITKILLÄ KULJETUSMATKOILLA ( $\geq 10...15$  km) ja VÄLJISSÄ KUORMAUS- JA PURKUTILOISSA.

Maansiirtoauto on vahvarakenteinen maan- ja louheenajoon suunniteltu kuorma-auto. Maansiirtoauton käyttöä puoltavat:

- suuri moottoriteho (kiihtyvyys hyvä jyrkkänousuisillakin tiellä)
- lavan erikoisvahva rakenne ("huoleton" kuormaus lyhentää kuormausaikaa)
- kuormakoko.

Maansiirtoauton käyttöä rajoittavat:

- lakimääräiset rajoitukset (käyttö yleisillä teillä luvanvaraista)
- saatavuus (lukumäärä 100 kpl)
- huono kulkukelpoisuus pehmeillä alustoilla (suuri pintapaine)
- suuri kuormauskorkeus (vaatii ulottuvan kuormaaajan)
- pieni ajonopeus (max. 50 km/h)
- työmaateikustannukset.

Edullisimmillaan MAANSIIRTOAUTO on KOVILLA KULJETUSTEILLÄ, SUURILLA HANKKEILLA YLEISEN TIEN ULKOPUOLELLA KUN KULJETUSMATKA ON LYHYT.

Dumpperit ovat erityisen vaikeisiin olosuhteisiin suunniteltujen kuljetusvälineitä. Niille on tyypillistä 3-akselinen alusta, suuri maavara, suuret pyörät ja runko-ohjaus.

Dumpperien käyttöä puoltavat:

- hyvä kulkukelpoisuus vaikeissa olosuhteissa
- pieni tilantarve (runko-ohjaus, eteen-taakse ajettavuus)
- suuri kuormakoko

Dumpperin käyttöä rajoittavat:

- lakimääräiset rajoitukset (käyttö yleisillä teillä rajoitettua)
- saatavuus (lukumäärä 100 kpl)
- pieni ajonopeus (max. 20 km/h)

Edullisimmillaan DUMPPERI on VAIKEISSA OLOSUHTEISSA YLEISEN TIEN ULKOPUOLELLA kun KULJETUSMATKA ON LYHYT JA TYÖKOHTEET OVAT HAJALLAAN (säästöt työmaateiden rakentamisessa).

Traktoriperävaunuyhdistelmän käyttöä puoltavat vähäiset lakimääräiset rajoitukset ja maastokelpoisuus. Sen käyttöä rajoittavat maansiirtoon sopivien perävaunujen puute ja pienehkö kuljetuskapasiteetti (nopeus, kuormakoko). Edullisimmillaan TRAKTORIPERÄVAUNUYHDISTELMÄ on LYHYILLÄ MATKOILLA MAASTOKELPOISUUTTA VAATIVISSA OLOSUHTEISSA.

Maa- ja kivimassojen siirtoon käytetään myös pyöräkuormaajia ja puskuetraktoreita.

Pyöräkuormaajan käyttöä puoltavat sen monipuolisuus; suoriutuu kuormauksesta, kuljetuksesta ja levityksestä (tahdistusongelmia ei ole). Edullisimmillaan PYÖRÄKUORMAAJA on LYHYILLÄ MATKOILLA SIIRRETTÄESSÄ KAIVULUOKALTAAN HELPPOJA JA KESKIVAIKEITA MAALAJEJA.



Puskutraktorin käyttöä puoltaa sen monipuolisuus; tarvitaan muiden työvälineiden lisäksi. Edullisimmillaan PUSKUTRAKTORI on ERITTÄIN LYHYILLÄ SIIRTOMATKOILLA JA SIIRRETTÄESSÄ KOVIA MAALAJEJA.

Kuorma- ja maansiirtoautojen sekä dumperien teknisiä ominaisuuksia on esitetty taulukossa 1. Kuljetuskalustosta TVL:ssä käytettävät lyhenteet ja ryhmittely on esitetty rakennuskoneiden lyhennemerkinnoissa TVH 733728.

Teknisten ominaisuuksien lisäksi kuljetuskalustotyyppit ovat erilaisia vuokraehdoiltaan. KUORMA-AUTOT vuokrataan sovitun, lähes KIINTEÄN, TAKSAJÄRJESTELMÄN ehdoin, MUUT yleensä yksittäisin sopimuksin VAPAAN KILPAILUN POHJALTA.

Taulukko 1: Kuljetuskaluston ominaisuuksia

	Tyyppi	Veto- tapa	Kanta- vuus (tn)	Lavatilavuus		Maksimi- työpaino hv kohti (kg/hv)	Huippu- nopeus (km/h)	Pienin kääntö- säde (m)	Kuor- maus- korkeus (m)	Kokonais -		Pienin maa- vara (cm)
				Tasa- mitta (m <sup>3</sup> SAE)	Kukkura- mitta (m <sup>3</sup> SAE)					pituus (m)	leveys (m)	
KUORMA - AUTOT	2-akseliset											
	KA,KAN	4x2, 4x4	4-9	3-6	4-8	50-100	75-105	5-9	2,2	5-7	2,4-2,5	25
	3-akseliset											
	KAY,KAK	6x2, 6x4	9-12	5-9	7-12	55-110	70-105	8-9	2,2	7-10	2,4-2,5	25
	KAT	6x6										
TRAKTORI - DUMPPERIT	TRD	6x4	17	8	11	195	30	8	2,3	9	2,5	40
	TRD	6x6	20	10	13	170	30	9	2,5	8	2,6	50
MAANSIIRTO - AUTOT	MA 20	4x2, 4x4	10-15	5-6	6-7	140-150	40-45	5-8	2,4-2,5	5	2,4-2,5	40-50
	MA 20	4x2, 4x4	15-25	8-12	9-15	120-150	45-70	7-21	2,5-2,8	6-8	2,7-3,7	30-45
	MA 35	4x2, 4x4	25-35	12-18	17-24	120-145	55-60	7-19	2,8-3,5	7-9	3,5-4,1	35-50
	MA 45	4x2, 4x4	35-50	19-24	24-31	125-190	45-65	9-22	3,3-3,8	8-10	3,8-4,1	45-55
	MA 45	4x2	50-120	32-47	41-61	145-200	55-70	16-25	3,8-4,8	10-11	4,6-5,8	55-65



## 6 KULJETUSTEN JÄRJESTELYN REUNA-EHDOT

### 6.1 Säädökset

Kuljetusten järjestelyä säätelee laaja lainsäädäntö. Sen tarkoituksena on suojella tiestöä liialliselta kuormitukselta, huolehtia liikenneturvallisuustekijöistä sekä ohjata kuljetusten ammattimaista harjoittamista. NEUVOJA säädösten tulkinnasta saa mm. PAIKALLISELTA POLIISIVIRANOMAISELTA. TVL:n kannalta tärkeimpiä ovat ylisuuren tai rekisteröimättömän kaluston käytön rajoitukset sekä liikennelupia koskevat säädökset.

#### 6.1.1 Rekisteröimätön ja ylisuuri kuljetuskalusto

Liikenneministeriön ohjeen mukaan:

Kaikkien työhön käytettävien kuorma-autojen on oltava REKISTERÖITYJÄ LUKUUNOTTAMATTA SELLAISIA kuorma-autoja, JOITA SUURUUDEN TAKIA EI VOIDA ILMAN MUUTA REKISTERÖIDÄ. Viimeksi mainitun kaluston liikkuminen rekisteröimättömänä on sallittu yleiseltä liikenteeltä suljetuilla alueilla. Alueen sulkemisesta on huolehdittava tarpeellisin liikennemerkein (tieliikenneasetus 3 § ja moottoriajoneuvoasetus 15 §). Jos rekisteröimättömien kuorma-autojen ajoreitti risteää tai kulkee pitkkin tieliikennelain 1 §:ssä mainittua yleiselle liikenteelle tarkoitettua tai yleisesti liikenteeseen käytettyä tietä tai aluetta, jollainen siis voi olla myös yksityinen tie, oltava erillinen KÄYTTÖLUPA LIIKENNEMINISTERIÖLTÄ.

Käyttölupan hakee kuljetustyön suorittaja. Lupaa hakiessa voidaan menetellä seuraavasti:

- hakemus liikenneministeriölle osoitettuna toimitetaan hankkeelle, jossa lupaa tarvitaan



- hanke toimittaa hakemuksen ao. tie- ja vesi-rakennuspiirille, joka toimittaa sen tie- ja vesi-rakennushallitukselle ja TVH edelleen liikenne-ministeriölle
- hakemuksessa tulee ilmetä
  - hakijan nimi
  - ylitettävää tietä koskevat tiedot
  - kartta, johon ylityskohdat on merkitty
  - kalustoa koskevat tiedot (merkki, malli, leveys, korkeus, kokonaispaino ja akseli-painot)

Työsuojeluun liittyvät asiat käsitellään kohdassa 13.7.

#### 6.1.2 Liikennelupa

Tieliikennelain mukaan:

5 § Ammatimaisen moottoriajoneuvoliikenteen harjoittaminen ilman lupaa on kielletty. Lupaa hankkimatta saa kuitenkin suorittaa:

- 1 tavarankuljetusta traktorilla, jota sen omistaja tarvitsee harjoittamaansa maataloutta varten

Ammattimaisesta moottoriajoneuvoliikenteestä annetun asetuk-sen mukaan:

2 § Sen joka aikoo korvausta vastaan palvella yleisöä tai määrät-tyä toimeksiantajaa kuljettamalla moottoriajoneuvolla henki-löitä tai tavaraa tai molempia, on tällaisen ammatimaisen liikenteen harjoittamiseen hankittava lupa, jollei kysymys ole sellaisesta kuljetuksesta, joka tieliikennelain 5 §:n mukaan saada suorittaa lupaa hakematta.

Ammattimaiseksi liikenteeksi katsotaan myös kuljetus korvausta vastaan vuokratulla moottoriajoneuvolla silloinkin kun sen kuljettajana toimii sen vuokralleantaja tai tämän palveluksessa

oleva henkilö, jolloin vuokralleantajaa on pidettävä liikenteenharjoittajana, tahi jos olosuhteet muutoin osottavat, että sopimus on tehty ammattimaisesta liikenteestä annettujen määräysten kiertämiseksi.

Liikenneministeriön kirjeen 467/5.2.1976 mukaan:

Jos kuljetustoiminnan osuus on koko toiminnasta 30 % tai sen yli, vaaditaan kuljetuksen suorittajalta asian mukainen liikennelupa. Tämä on kuitenkin vain yläraja, minkä yli ei voida mennä, mutta olosuhteet yksittäistapauksissa sen sijaan saattavat muutoin edellyttää, että jo alle tuon rajankin on ammattimaista liikennettä koskevia säännöksiä sovellettava.

Tämä 30 %:n rajan määrittely tapahtuu kuljetuskustannusten perusteella. Tässä on otettava huomioon että kuljetusten osuuteen lasketaan tällöin myös kaikki suljetulla alueella suoritettut kuljetukset.

Mahdolliset urakat toteutetaan kulloinkin voimassa olevan rakennuttamisohjeen mukaan (TVH 731599).

## 2 TVL:n kuljetuspolitiikka

TVL:n kuljetuspolitiikka on parhaillaan laadittavana ja se lisätään tähän ohjeeseen tarkistuksen yhteydessä.

### OMA VAI VIERAS KALUSTO

TVL:llä on omaa kuljetuskalustoa. Se on hankittu kunnossapitotehtäviä varten. Sen käyttöaste on tilastojen mukaan hyvä. Kalustoa voidaan tarvittaessa käyttää rakentamisessa hyväksi:

- erottamalla rakentamistyöstä kohteita, jotka kunnossapito toteuttaa sille sopivan aikataulun mukaan



- kuljetuskaluston määräaikaissopimuksin (esim. huolto-ajot määräajoin)
- ostamalla kiviaineksia paikalle ajettuna (esim. murskeen toimitus kasalle).

Oman kaluston käytön ominaispiirteitä ovat:

- henkilöstöasioiden hoidon lisääntyminen
- lisääntynyt työnjärjestely (huolto- ja korjaukset työajalla)
- kuljetuskaluston kallis käyttö säännöllisen työajan ulkopuolella (ylityöt)
- + kuljettajan hyvä työn ja työpaikkojen tunteminen (voidaan antaa itsenäisempiä tehtäviä)
- + helpompi yhteydenpito kuljetuskalustoon kuljetuksen aikana (radiopuhelimet)
- + tilapäiskaluston haittojen puuttuminen (kunto, varustus, tulkinnat taksoista, jne.)

Eräänä oman ja vieraan kaluston välimuotona voidaan kuljetusväline vuokrata laitoksen ulkopuolelta ilman kuljettajaa.

## 8 KALUSTON VALINTA

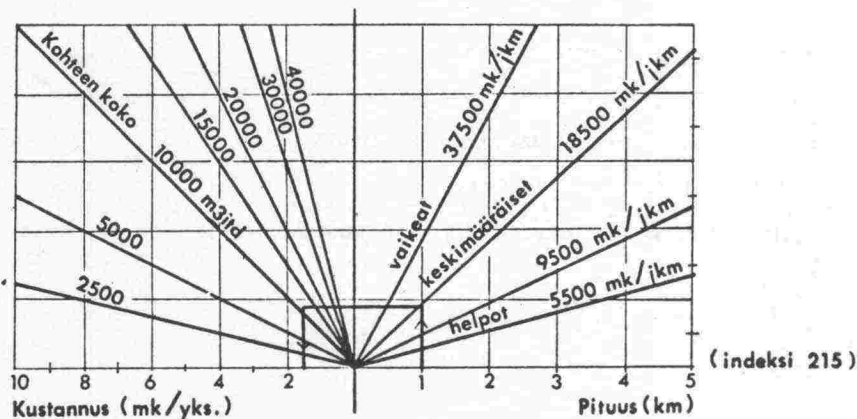
Maansiirtoketjuun sisältyy kuormaus, kuljetus ja levitys sekä mahdollisesti myös tiivistys. Kaluston valinnan avulla pyritään löytämään olosuhteisiin sopiva taloudellisin yhdistelmä. Yhdistelmä on taloudellinen, jos ketjun osien K2-kapasiteetit vastaavat toisiaan. Näin valituista yhdistelmistä VALITAAN se, jonka KOKONAISKUSTANNUKSET ko. olosuhteissa ovat ALHAISIMMAT. Kokonaiskustannuksiin tulisi ottaa varsinaisten työkustannusten (kuormaus, kuljetus, levitys ja tiivistys) lisäksi ainakin tiekustannukset ja varastointikustannukset.

Tiekustannuksiin vaikuttavat työkohteiden lukumäärä ja niiden sijainti. Valintavaihtoehtoina tavallisesti on työmaatien rakentaminen/kunnossapito, olevan tiestön kunnossapito tai maastokelpoisen kaluston käyttö. Työmaatien rakentamisen edullisuuteen vaikuttaa:

- vuodenaika
- käsiteltävät massamäärät
- rakennettavan työmaatien pituus
- työmaatien käyttökelpoisuus myöhemmin
- olemassaolevan tieverkon käyttömahdollisuudet
- maasto-olosuhteet

Jos tien aiheuttama kustannuslisäys (rakentaminen ja kunnossapito) on pienempikuin kuljetuskustannusten lisäys tiettömissä olosuhteissa, kannattaa tie rakentaa. Työmaatien rakentamiskustannukset ovat kuvassa 1.

Kuva 1: Työmaatien rakentamisen vaikutus työkustannuksiin



#### NOMOGRAMMIN KÄYTTÖESIMERKKI

Tehtävä: työkohteessa on kuljetettavia massoja 12 500 m³itd, kuljetusmatka 1 km, työmaatien rakentamisolosuhteet keskimääräiset. Työmaalle on tehty kaksi kuljetustarjousta:

- tarjous I, 2,77 mk/m³itd ja edellytetty työmaatien tekoa
- tarjous II, 3,51 mk/m³itd ja ei työmaatietä

Kumpi tarjouksista on edullisempi?

Ratkaisu: Nomogrammista saadaan tarjous I:n lisäkustannukseksi 1,48 mk/m³itd. Vertailukelpoiset tarjoushinnat ovat:

- tarjous I = 2,77 + 1,48 mk/m³itd = 4,25 mk/m³itd
- tarjous II = 3,51 mk/m³itd

Täten tarjous II on edullisempi ja se on 9250 mk halvempi kun tarjous I.



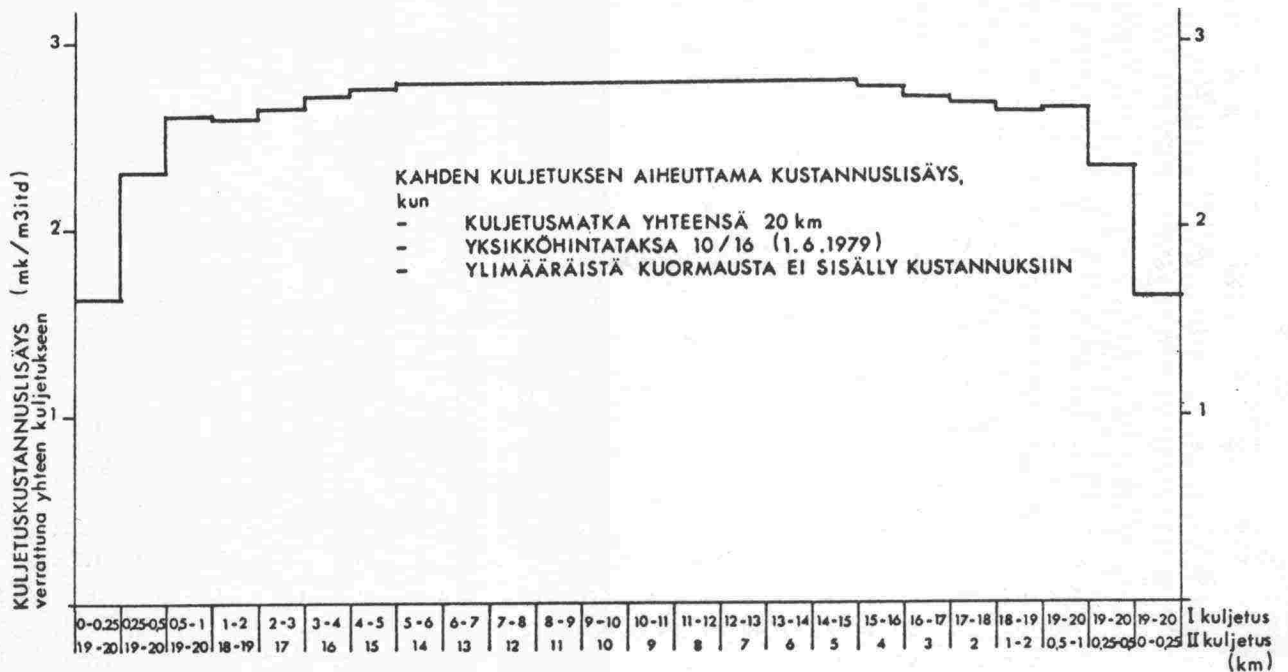
Väliavarastoinnin kustannukset aiheutuvat:

- varastoalueen teosta
- varastoalueen ylläpidosta (vuokrat)
- varastointitappioista
- varaston väärästä sijainnista
- ylimääräisestä kuormauksesta

VARASTOPAIKKA sijoitetaan siten, että KULJETUSKUSTANNUSTEN SUMMA ON PIENIN (esimerkki kuva 2):

- ensimmäisten kuljetuksen lyhennettävä toista kuljetusta (nousujen väheneminen)
- erot materiaalien ja jalosteen kuljetushinnoissa (kiinteät yksikköhinnat/tarjoukset)
- erot jalostetun ja jalostamattoman materiaalin tilavuuksissa (paisuminen)

Kuva 2: Esimerkki varaston sijoituksen vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin



Työkustannuksiin vaikuttavat mm. työaikataulu ja valitun kone-yhdistelmän laatu. Työaikataulussa määrätään työn ajankohta (keliolosuhteet) sekä minimityösaavutus päivää kohti. Työtä

saadaan vuorokaudessa tehtyä enemmän jos lisätään päivittäistä työaika, toimintayksiköitä tai niiden kapasiteetteja. Sama työmäärä voidaan tehdä joko muutamalla isolla koneella tai usealla pienellä koneella. Pienen kaluston etuja ovat:

- + ketteryys
- + nopeus
- + toimintavarmuus (kapasiteetti pienenee suhteellisesti vähemmän konerikkojen takia)
- + esteetön käyttö myös yleisillä teillä
- + saatavuus

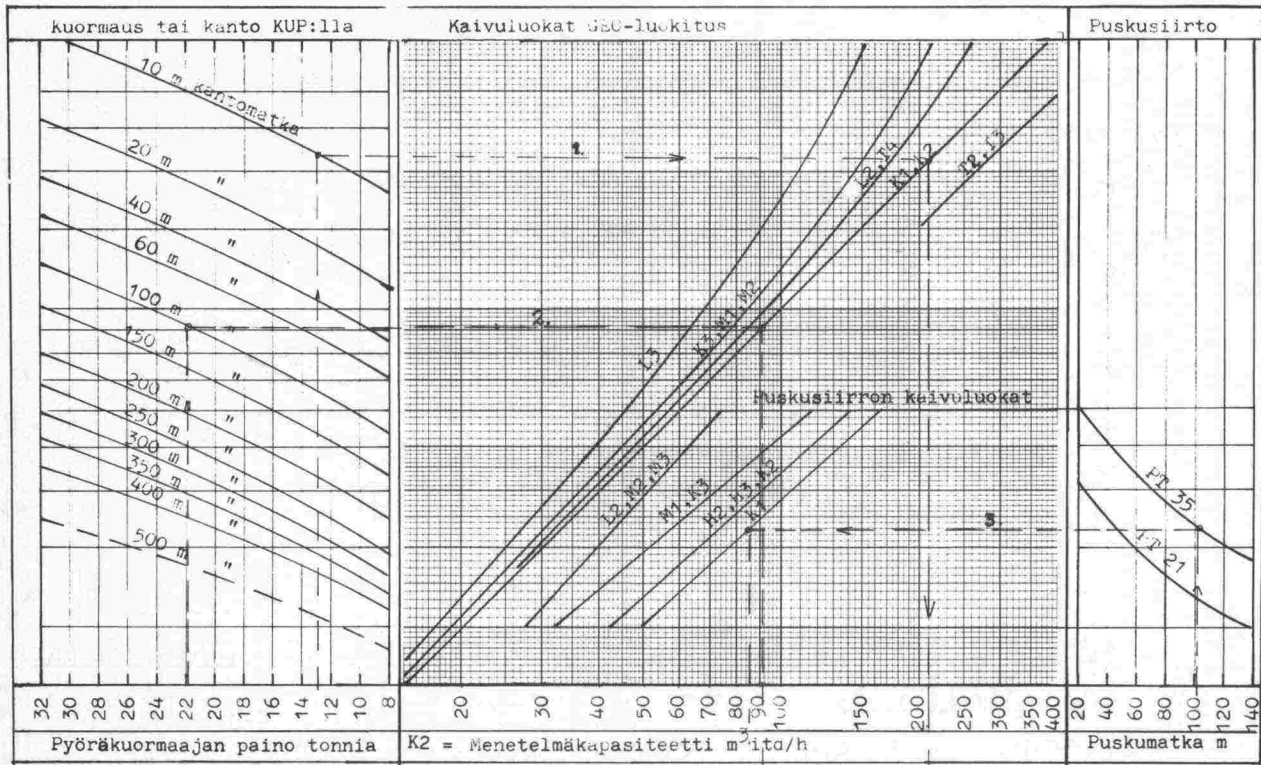
KUORMAUS, -KULJETUS-, LEVITYS JA TIIVISTYSKALUSTO VALITAAN SAMANAIKAISESTI. Levitys- ja tiivistyskoneet pystyvät yleensä aina käsittelemään niille tulevan materiaalin.

Kuormaus, -kuljetus- ja levitystyö voidaan tehdä yhdellä koneella (pusku tai kanto) tai koneyhdistelmällä. Yhden koneen etuina ovat:

- helppo työnjärjestely (ei tahdistusta)
- helppo ylösotto

Alustava vertailu suoritetaan kuvan 3 avulla.

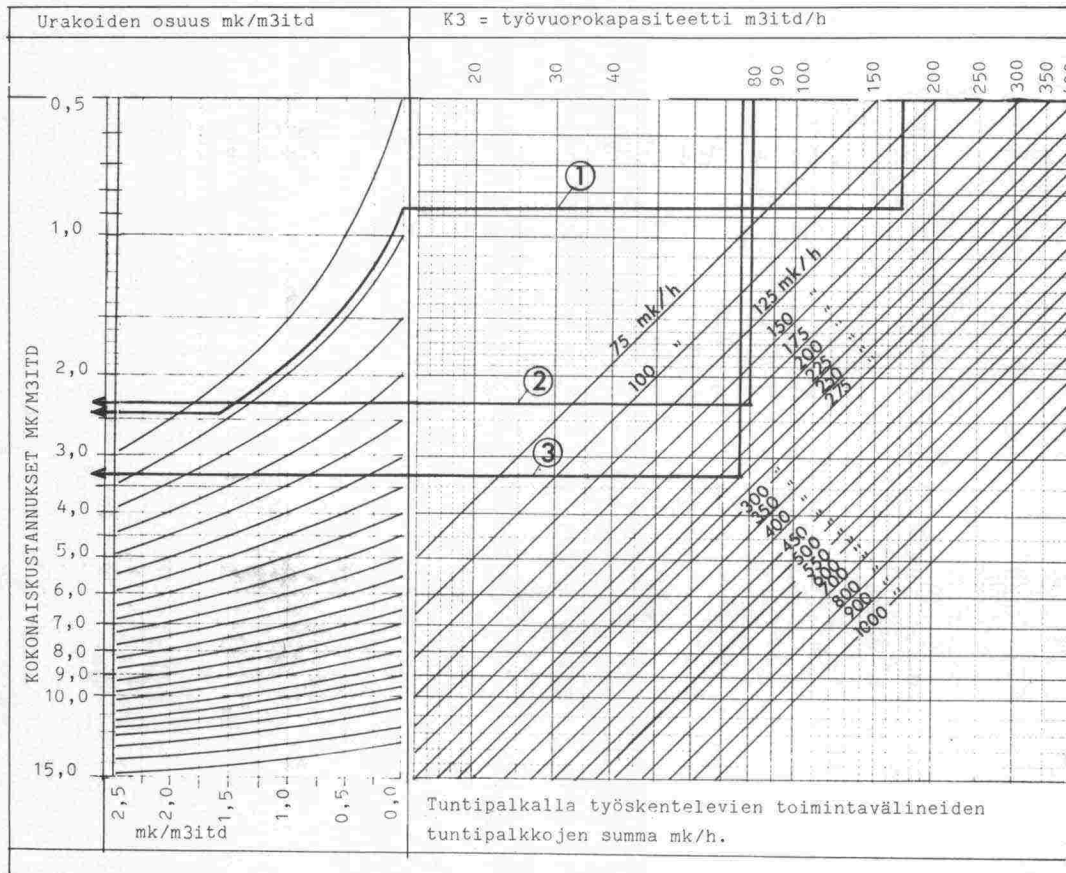




Työkokonaisuuteen kuuluu materiaalin irroitus, kuormaus ajoneuvoon tai siirtäminen penkereeseen, kanto-työssä lisäksi penkereen pinnan ja kantotien tasaisenapito sekä puskusiirrosta lisäksi leikkauspohjan ja luiskien tasaus sekä penkereen pinnan tasaus ja muotoilu. Routa rikotaan eri työnä. Menetelmiä verrattaessa menetelmävaihtoehtojen erot (puuttuvien työvaiheiden kustannukset) huomioitava

K3 = a2 K2 x a2 = 0,87 koneen työskennellessä yksin  
0,80 kuormaus kuljetusväline yhdistelmällä

Kuva 3b: Menetelmien kustannukset



Tehtävä: Maaleikkaus (K1), siirrettävä penkereeseen, matka 100 m Tarjolla kokonaiskustannuksiltaan (sis. ylösotto, + kuormauksessa myös penkereen tasaus + luiskien muotoilu, kannossa myös luiskien muotoilu) seur. koneyhdistelmiä:

1. Kuormaus+kuljetus (KUP 13+n ka+ PT 08) = 140 mk/h + 1,60 mk/m3itd
  2. Kanto (KUP 22) = 180 mk/h
  3. PT 35 = 250 mk/h
- Valitse edullisin yhdistelmä

Ratkaisu:

Kuvasta 3a saadaan menetelmien K2-kapasiteeteiksi:

- 1 = 210 m3itd/h
- 2 = 90 "-
- 3 = 85 "-

Menetelmien K3-kapasiteetit ovat

- 1: 0,8·210=170 m3itd/h
- 2: 0,87·90= 80 "-
- 3: 0,87·85= 75 "-

Kuvasta 3b saadaan kustannuksiksi:

- 1 = 2,40 mk/m3itd
- 2 = 2,25 "-
- 3 = 3,30 "-

Tarkastelun perusteella halvin vaihtoehto on (2) kantaminen. Kantaminen (2) sekä kuormaus ja kuljetus (1) ovat kustannuksiltaan lähes samansuuruisia, joten tarkemmat laskelmat ja lopullinen valinta suoritetaan näiden vaihtoehtojen kesken.



Jos alustavan vertailun perusteella päädytään kuormaus-  
kuljetus-yhdistelmään, muodostetaan se KUORMA- JA KAUKAKOON-  
PERUSTEELLA. Kalusto mitoitetaan siten, että kuormaan  
sopii:

- kaivukoneella 4...8 kauhallista
- pyöräkuormaajalla 3...5 kauhallista

MITOITUKSEN TAVOITTEENA ON SAADA KULJETUSVÄLINEEN KUORMAUS-  
PAIKALLA OLOAIKA ALLE PUOLEN MINUUTTIA KUORMATTAVAA m<sup>3</sup>itd:ä  
KOHDEN. Taulukoissa 2-4 on esitetty karkeasti kuormausajat.

Taulukko 2: Leikkausmaiden kuormaus kaivukoneella

Paino- luokka (tn)	Kuormausaika min														
	Helpot					Keskimääräiset					Vaikeat				
	Kuormakoko m <sup>3</sup> itd					Kuormakoko m <sup>3</sup> itd					Kuormakoko m <sup>3</sup> itd				
	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14
KKH 17	3,0	4,0	5,0	7,0											
KKH 21-25	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0	3,5	4,0	5,0	5,5		4,0				
KKH 30	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0	2,5	3,0	4,0	5,0	5,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
KKH 35	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0
KKH 45		1,5	2,0	2,5	3,0		2,0	3,0	3,0	3,5		2,5	3,5	4,0	5,0

Taulukko 3: Varamaan kuormaus kaivukoneella

Paino- luokka (tn)	Kuormausaika min									
	Helpot					Keskimääräiset				
	Kuormakoko m <sup>3</sup> itd					Kuormakoko m <sup>3</sup> itd				
	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14
KKH 14	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0					
KKH 17	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0					
KKH 21-25	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
KKH 30	1,5	2,5	3,0	3,5	4,0	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0
KKH 35		2,0	2,5	3,0	3,0	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0
KKH 45				2,5	2,0		2,0	3,0	3,5	4,0



Taulukko 4: Kuormaus pyöräkuormaajalla

Paino- luokka	Kuormausaika min									
	Helpot					Keskimääräiset				
	Kuormakoko m <sup>3</sup> itd					Kuormakoko m <sup>3</sup> itd				
	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14
KUP 09-10	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0					
KUP 13	2,5	3,0	4,0	5,0	5,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
KUP 16	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0
KUP 19-22	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0
KUP 30	-	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,5	3,0	3,5	4,0

On lisäksi hyvä jos:

- kuormakoko on jaollinen kauhakoolla (mitoitus tasamitan mukaan)
- kuormaajan kuormauskorkeus on vähintään 0,5 m suurempi kuin lavanreunan etäisyys maasta
- kuormakoon vaihtelu on pienempi kuin kuormaajan kauhakoko

## Esimerkki

On tehtävä leikkaus helpoissa olosuhteissa. Valitse alustavasti taulukon A koneista edullisin kurmausyhdistelmä.

Taulukko A: Tarjotut koneet hintoineen

KKH 17 = 100 mk/h	KUP 13 = 85 mk/h
KKH 25 = 125 mk/h	KUP 16 = 100 mk/h
KKH 30 = 145 mk/h	KUP 19 = 110 mk/h
KKH 35 = 175 mk/h	KUP 30 = 195 mk/h
KKH 45 = 200 mk/h	KAY 10 = 100 mk/h
KUP 10 = 85 mk/h	TRN 70P = 50 mk/h

Lasketaan kuormakustannukset (taulukko B). Edullisin yhdistelmä on KUP 30 + TRN70P + KAY 19. Kuormausko-  
neena voi olla myös KKH 45 tai KUP 19.

Taulukko B: 8mitd:n kuorman kuormaus ja levityskustannukset

Kustannukset (mk/m <sup>3</sup> itd)			
Koneyhdistelmä (KAY 10 + TRN 70P)		Koneyhdistelmä (KAY 10 + TRN 70P)	
KKH 17	16,70	KUP 10	15,30
KKH 25	16,00	KUP 13	11,80
KKH 30	14,80	KUP 16	10,40
KKH 35	10,80	KUP 19	8,70
KKH 45	8,80	KUP 30	8,60

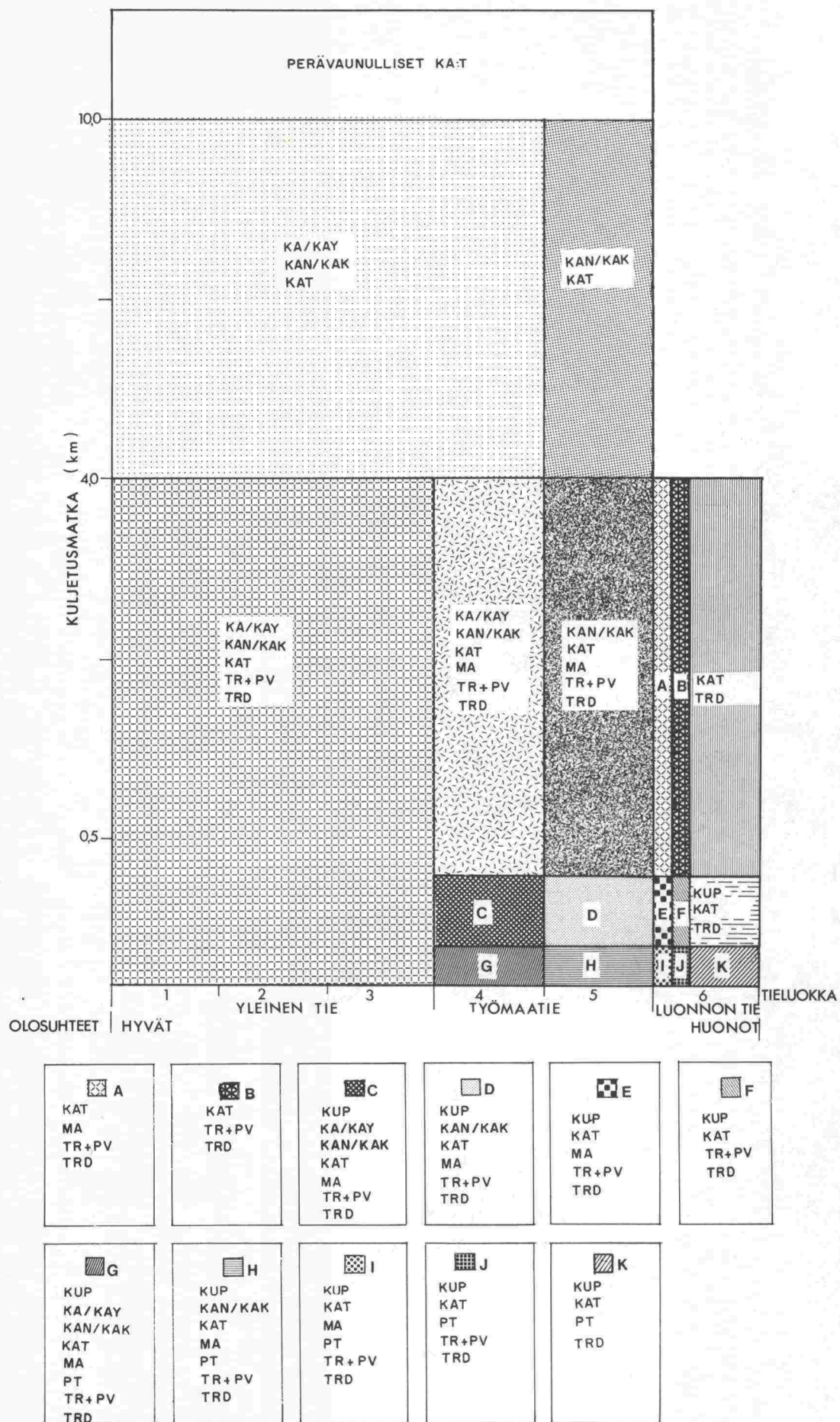
KULJETUSKALUSTO VALITAAN OLOSUHTEIDEN MUKAAN. Erityistä huomiota on tällöin kiinnitettävä:

- kuormaus- ja purkupaikan kääntymis- ja peruutustilojen suuruuteen
- kuljetusteihin ja niiden laatuun
- kuljetusmatkaan
- kuljetettavaan materiaaliin ja sen määrään

Kuormaus- ja purkupaikan vähimmäistilan määrä kuljetuskaluston kääntösäde kokonaispituus ja -leveys sekä työkohteessa olevan muun kaluston vaatima tila sekä käytetty työmenetelmä.

Kuljetustie ja sen laatu saattaa rajoittaa kuljetusvälineiden käyttöä. Upottava tienpinta voi estää liikkumisen pienimääräisillä ja vetotavastaan tehottomilla autoilla. Kuvassa 4 on esitetty kuljetuskaluston käyttöä olosuhteittain.





## 9 KULJETUSKALUSTOMAARAN ARVIOINTI

Tahdistamalla poistetaan kuljetusvälineiden ja kuormauskoneiden odotusajat. Kuljetusvälineiden LUKUMÄÄRÄ saadaan vaivattomasti TIETOKORTEISTA 5029/B2, 5030/B2 tai 6028/B2. Työnjärjestelyjen yhteydessä voidaan kuljetusvälineiden MÄÄRÄ LASKEA MYÖS taulukoiden 5 - 11 avulla JAKAMALLA KUORMAUSKAPASITEETTI KULJETUSKAPASITEETILLA. Saatu kuljetusvälineiden määrä pyöristetään alaspäin. Tahdistusta tarkennetaan työaikana seuraamalla ketjun tasapainoa. Jos ketju on tasapainoton, pyritään ensisijaisesti tehostamaan hidastavan osapuolen työnjärjestelyjä. Jos tästä ei ole apua, muutetaan automäärää.

Taulukko 5: Kuormauksen keskimääräiset K3-kapasiteetit

Kuormakoko m <sup>3</sup> itd	Kuormausaika min/kuorma	K3-kapasiteetti m <sup>3</sup> itd/tv
4	2	800
	4	400
	6	250
6	2	1200
	4	600
	6	400
8	2	1600
	4	800
	6	550
10	2	2000
	4	1000
	6	700
12	2	2400
	4	1200
	6	850
14	2	2800
	4	1400
	6	1000

Pyöräkuormaajan ja puskutraktorin karkeat siirtokapasiteetit on tietokorteissa 5023/B1 ja 5069/B1.



Taulukko 6: Maansiirtoautojen keskimääräiset kuljetuskapasiteetit

Kapasiteetti (m3itd/tv) kuljetusmat- koittain (km)	Kuormausaika (min)					
	2		4		6	
	Kuorma	m3itd	Kuorma	m3itd	Kuorma	m3itd
	12	16	12	16	12	16
0-0,25	1060	1440	760	1060	610	840
0,25-0,50	760	1060	610	840	490	680
0,5-1	530	760	460	610	380	530
1-2	380	460	340	460	300	380
2-3	300	380	270	300	230	300
3-4	270	300	230	270	190	230

Taulukko 7: Dumpperien keskimääräiset kuljetuskapasiteetit

Kapasiteetti (m3itd/tv) kuljetusmat- koittain (km)	Kuormausaika (min)					
	2		4		6	
	Kuorma	m3itd	Kuorma	m3itd	Kuorma	m3itd
	10	12	10	12	10	12
0-0,25	910	1100	680	800	530	610
0,25-0,5	570	680	460	530	380	460
0,5-1	380	460	330	380	290	340
1-2	250	300	230	270	200	230
2-3	160	190	150	190	140	170
3-4	120	140	110	140	100	130

Taulukko 8: Traktori-perävaunuyhdistelmän kuljetuskapasiteetit

Kapasiteetti (m3itd/tv) kuljetusmat- koittain (km)	Kuormausaika (min)					
	2		4		6	
	Kuorma m3itd		Kuorma m3itd		Kuorma m3itd	
	4	6	4	6	4	6
0-0,25	380	530	270	380	230	300
0,25-0,5	230	340	190	270	150	230
0,5-1	150	230	130	190	110	150
1-2	110	150	90	140	70	130
2-3	70	110	60	90	50	90
3-4	50	70	40	70	40	60

Taulukko 9: Kuorma-autojen keskimääräiset kuljetuskapasiteetit  
(taksa edellyttää enintään 4 minuutin kuormausaikaa)

Kapasiteetti (m3itd/tv) kuljetusmat- koittain (km)	Kuormausaika (min)								
	2			4			6		
	Kuorma m3itd			Kuorma m3itd			Kuorma m3itd		
	6	8	10	6	8	10	6	8	10
0-0,25	490	640	800	300	420	530	290	380	480
0,25-0,5	340	460	570	280	380	480	230	300	380
0,5-1	290	380	480	230	300	380	200	270	330
1-2	230	300	380	200	270	330	170	230	290
2-3	200	270	330	170	230	290	150	200	260
3-4	170	230	290	150	200	260	130	180	230
4-5	150	200	250	140	190	230	120	160	200
5-6	130	180	220	120	170	200	110	150	180
6-7	120	160	200	110	150	190	100	130	170
7-8	110	140	180	100	130	170	90	120	160
8-9	100	130	170	90	130	160	90	110	140
9-10	90	120	150	90	120	150	80	100	130

Kuorma m3itd	Kapasiteetti (m3itd/tv) kuljetusmatkoittain (km) kuormausaikana 4 min.									
	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
6	85	80	75	70	65	65	60	60	55	55
8	115	105	100	90	85	85	80	80	75	75
10	135	120	120	115	110	105	100	100	95	90



Taulukko 10: Kuorma-autojen keskimääräiset kuljetuskapasiteetit meno-paluu kuljetuksissa kuljetusmatkan mukaan (kapasiteetit ovat kokonaiskapasiteetteja; kuljetusvälineiden lukumäärä saadaan jakamalla KUORMAUS-KONEIDEN KAPASITEETTIENTEN SUMMA KULJETUSVÄLINEEN KAPASITEETILLA)

Kuljetusmatka (pitempi kuljetus) km	K3-kapasiteetti m3itd/tv	
	Kuorma 6m3itd	Kuorma 8m3itd
0-0,25	370	500
0,25-0,5	330	440
0,5-1	300	390
1-2	270	350
2-3	240	320
3-4	220	290
4-5	200	270
5-6	185	250
6-7	170	230
7-8	160	210
8-9	150	200
9-10	140	190
10-11	130	180
11-12	125	170
12-13	120	160
13-14	115	150
14-15	110	145
15-16	106	140
16-17	102	135
17-18	98	130
18-19	94	125
19-20	90	120

Taulukko 11: Perävaunullisten kuorma-autojen (kuorma 18 m<sup>3</sup>)  
kuljetuskapasiteetit

Kuljetus- matka (km)	Kuljetuskapasiteetti m <sup>3</sup> itd/tv
10-12	170
12-14	160
14-16	150
16-18	140
18-20	130
20-22	125
22-24	120
24-26	115
26-28	105
28-30	100
30-35	90-85
35-40	85-75
40-50	75-70
50-60	70-60
60-70	60-55
70-80	55-45
80-100	45-40

Esimerkki A Työsuunnitelman mukaan on kaivuvaikeudeltaan helppoa varamaata siirrettävä 800 m<sup>3</sup>itd/tv, kuljetusmatka 12,5 km. Valitse tarvittava määrä kuorma-autoja (kuormakoko 8 m<sup>3</sup>itd).

Ratkaisu I Taulukossa 5 nähdään 800 m<sup>3</sup>itd/tv vastaavan 4 min kuor-  
mausaikaa. Taulukosta 9 saadaan kuljetusvälineen kulje-  
tuskapasiteetiksi 100 m<sup>3</sup>itd/tv. Automäärä  $\approx 800:100 = 8$  kpl.

Ratkaisu II Tietokortista 5018/B1 saadaan a2-kertoimeksi 0,8. Tällöin  
K2-kapasiteetti on jos työaikaa 7,6 h/tv =

$$\frac{800}{7,6 \cdot 0,8} \approx 130 \text{ m}^3\text{itd/h}$$

Tietokortin 6028/B2 mukaan yleisellä ja hyvällä työmaa-  
tiellä tarvittava automäärä  $\approx 8$  kpl.



## Esimerkki B

Käytettävissä on kaivuvaikeudeltaan keskimääräisen maalajin leikkaukseen, kuormaukseen ja siirtoon ja levitykseen

-	kuorma-autoja (8 m <sup>3</sup> itd)	= 100 mk/h
-	KUP 13	= 85 "
-	KKH 25	= 125 "
-	KKH 45	= 200 "
-	TRN 70P	= 50 "

Valitse edullisin koneyhdistelmä ja mitoitte auto-  
määrä, jos kuljetusmatka 750 m.

Taulukoista 2-4 nähdään, että kuormausaika

-	KUP 13	4 min
-	KKH 25	4 "
-	KKH 45	2 "

Taulukosta 5 nähdään, että

2 min kuormausaikaa vast. tv-kuljetus-	
kapasiteetti on	1600 m <sup>3</sup> itd/yv
4 "	800 "

Taulukosta 9 nähdään, että

2 min kuormausaikaa vast. tv kuljetus-	
kapasiteetti on	380 m <sup>3</sup> itd/tv
4 " "	300 "

Tarvittava automäärä, jos kuormausaika on

2 min = 1600:380 $\approx$ 4 autoa (kapasit. 1520 m <sup>3</sup> itd/tv)
4 " = 800:300 $\approx$ 3 "

Kustannukset/m<sup>3</sup>itd =

KUP 13 + 3 KA + TRN 70P	= 7,6(85 + 3 · 100 + 50):800 = 4,13 mk/m <sup>3</sup> itd
KKH 25 + 3 KA + TRN 70P	= 7,6(125 + 3 · 100 + 50):800 = 4,51 "
KKH 45 + 4 KA + TRN 70P	= 7,6(200 + 4 · 100 + 50):1520 = 3,25 "

Valitaan yhdistelmä KKH 45 + 4 KA + TRN 70P

## 10 KULJETUSTEN TEHOSTAMISESTA

### 10.1 Työnjärjestelystä

TYÖNJÄRJESTELYYN PAKOTETAAN VALITTU KONEYHDISTELMÄ TEHOKKAA-  
SEEN TYÖSKENTELYYN. Tavoitteena on:

- turhan työn poistaminen
- keskeytysten minimoiminen
- työskentely olosuhteisiin parhaiten sopivalla menetelmällä
- kuormaus-, purku ja ajoaikojen minimoiminen
- kaluston koko kapasiteetin käyttö

Kuljetustyön työnjärjestelyyn tavallisesti sisältyy:

- työmenetelmien valinta (varsinaiset ja varamenetelmät)
- kuormaus- ja purkupaikan käytön suunnittelu
- kuljetusteiden käytön ja kunnossapidon järjestely
- tahdistuksen tarkentaminen

Sovitusta työnjärjestelystä seurataan:

- puutteiden poistamista (esim. mitoitusvirheet)
- työn tekemistä sovitulla tavalla (hyvästäkään suunnittelusta ei ole hyötyä, jos äkillisillä suunnittele mattomilla toimilla työketjun "tasapainoa" horjutetaan).

### 10.2 Kuormaus

Kuormauspaikan tilat järjestetään siten, että:

- kuljetusvälineiden kääntyminen ja peruutus voi tapahtua yhdellä kertaa (kuormaaajan vaatima tila; kuljetusvälineen kääntösäde, leveys ja pituus)



- kiertoajo on mahdollista
- kuljetusvälineet voivat liikkua toisiaan hidastamatta tai haittaamatta

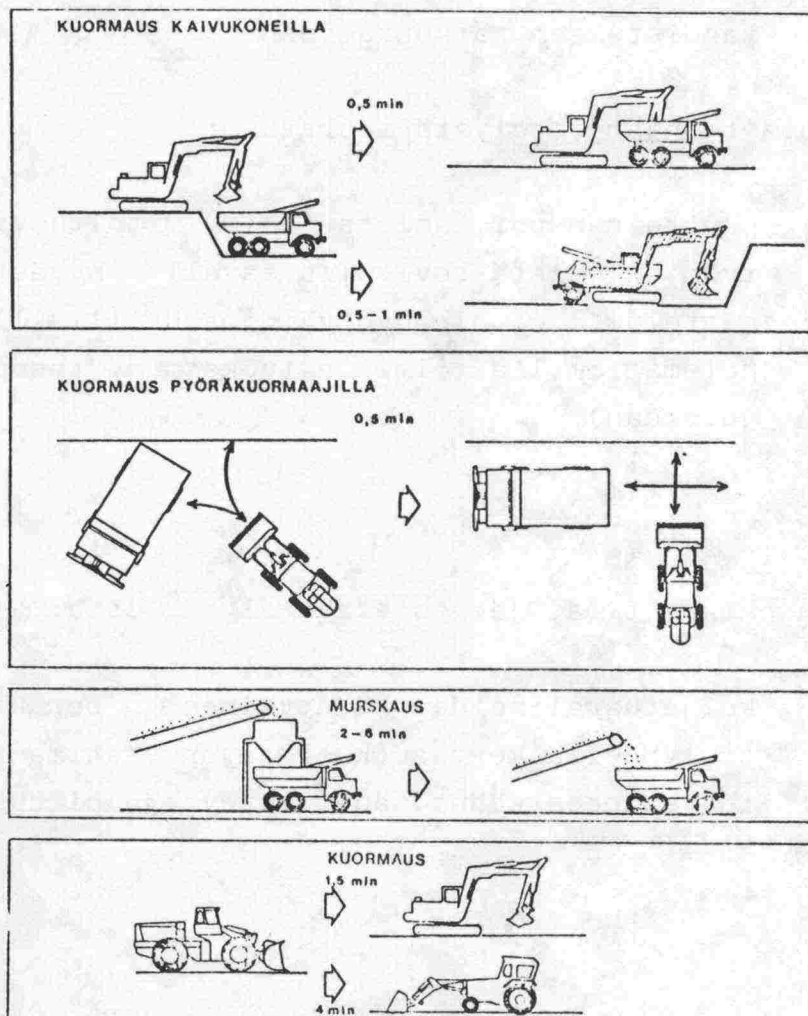
Kuormaus suoritetaan siten, että massansiirtomatka rintauksesta kuljetusvälineeseen on lyhin:

- kääntökulma
- nostokorkeus
- kantomatka

JOS KUORMAUSAIKA NÄYTTÄÄ MUODOSTUVAN PITKÄKSI, KANNATTAA HARKITA JA LASKELMIN SELVITTÄÄ SIIRRYTÄÄNKÖ KAHTEN KUORMAUKSEEN TAI MATERIAALIN IRROITUKSEEN TOISELLA KONEELLA.

Kuormaus voidaan suorittaa myös kuljetusvälineen omaa nosturia käyttäen. Kuvassa 5 on verrattu erilaisia kuormausmenetelmiä.

Kuva 5: Menetelmien vertailua (8 m<sup>3</sup>itd:n kuormausajan lisäys minuuttia siirryttäessä menetelmästä toiseen)



Töiden aloitus ja lopetus kuljetusvälinettä kohti kestää 20 min. Odotukset poistetaan limittämällä työaika. Limitämisen vaikutuksia on esitelty taulukossa 12:

12: Työajan porrastamisen vaikutus, jos kuormausaika on 4 min

Kuljetusvälineitä kpl	Työhöntö- loväli min	Säästyvä työaika min	Porrastus lisää tehokasta työ- aikaa %	Ensimmäisen ja viimeisen kuorman lähtö- ajan erotus (=porrastus- kulj.aika) min
2	4	4	0,4	4
3	10	10	0,7	8
4	10	20	1,1	12
5	10	40	1,8	16
6	10	60	2,2	20
7	10	80	2,5	24
8	10	110	3,0	28
9	10	140	3,4	32
10	10	180	3,9	36

Hyvään kuljetustyön järjestelyyn kuormauspaikassa kuuluu:

- oikea työmenetelmä
  - kiertoajo
  - lyhyt autonvaihtomatka
  - autonvaihto kuormauksen aikana
  - peruutus suoraan ajaen
- sama palkkaustapa kuormauksen kanssa

### 10.3 Kuljetus ja paluu

Ajo järjestetään niin, että mahdollisimman pienessä ajassa siirtyy suurin mahdollinen massamäärä. Tällöin erityistä merkitystä on:

- kuljetusmatkalla (käyttö paikalla, jolloin ei kuljetusta)
- kuormasuuruudella
  - kantavuuden käyttö mahdollisimman tarkasti hyväksi
  - lisälaitteellisten kuljetusvälineiden välttäminen



- tyhjänä ajon osuudella
  - täydellinen meno-paluu-kuljetus
  - osittainen meno-paluu-kuljetus
  - paluu oikotietä
- työmaateillä
  - tasaisuus
  - suoruus
  - leveys
  - kantavuus
  - vilkasliikenteiset risteykset
  - pakolliset pysähtymiset (1 minuutin lisäaika/pysähdys)
  - asutuskeskuksen läpiajo
  - nopeusrajoitukset
  - teiden kunnossapito

Työmaaliikenne ei saa aiheuttaa muille tienkäyttäjille liiallista haittaa. Ohjeet tietyömaiden liikenteestä TVH 742000.

#### 10.4 Purkaminen ja levitys

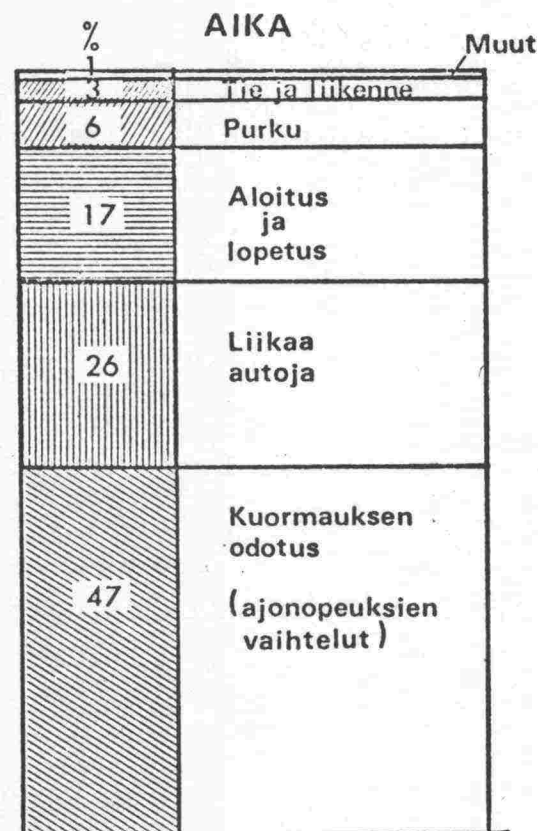
Kuormien purkaminen ja levitys järjestetään NOPEAKSI ja ODOTUKSITTA tapahtuvaksi. Tällöin:

- varataan riittävän tehokkaat purku- ja levityskoneet
- mahdollistetaan usean kuljetusvälineen tyhjentäminen samanaikaisesti (tilat, menetelmät)
- mahdollistetaan levityskoneiden ja kuljetusvälineiden työskentely samanaikaisesti toisiaan hidastamatta tai haittaamatta
- valitaan työmenetelmä, jossa:
  - kääntymis- ja peruutusliikkeitä on vähän
  - peruutusmatka on lyhyt tai sitä ei ole ollenkaan (kiertoajo)
- hankitaan ammattitaitoinen purkupaikan näyttäjä.

## 10.5 Häiriöiden vaikutusten vähentäminen

Työvuorossa on tuottavaa ja tuottamatonta aikaa. TUOTTAMATONTA AIKAA ON ODOTUKSET. Odotuksia on keskimäärin tunti työvuoroa kohti eli 12 % työajasta. Kuvassa 6 on esitetty alle 1 tunnin odotusten syyt. Yli tunnin mittaiset odotukset aiheutuvat konerikoista ja niiden osuus on 5 % kokonais-työajasta.

Kuva 6: Tuntia lyhemmät tauot



Epätarkasta KULJETUSKALUSTON määrän MITOITUKSESTA aiheutuu 75 % tauoista. Yleensä automäärä on arvioitu vain työvuoron alussa. Arviointi on epätarkka aiheutuen mitoitusstandardien keskimääräisyydestä ja "alkuvaikeuksista". Sen takia mitoitetaan kalustomäärä työn alkaessa mieluummin liian pieneksi kuin suureksi. KALUSTOMÄÄRÄ TARKENNETAAN TYÖN PÄÄSTYÄ KUNNOLLA ALKUUN. Mitoituksen arviointi tapahtuu



helposti seuraamalla muutaman työkierron ajan. Muistettakoon, että tahdistuksen tavoitteena on sekä kuormaaajan että kuljetuskaluston taukojen poistaminen.

Lähes 20 % tauoista AIHEUTUU TYÖN ALOITUS- JA LOPETUSTOIMISTA, kuten kuorman odotuksista työn alkaessa, ylipitkistä sosiaalitauoista ja liian aikaisista lopetuksista. Aloitus- ja lopetustoimia vähennetään työn porrastuksella ja työn valvonnalla.

Yli tunnin mittaiset tauot aiheutuvat konerikoista. Niiden vaikutusta vähennetään:

- hankkimalla hyväkuntoista kalustoa
- suunnittelemalla ja varaamalla varakalustoa tai varatöitä.

## 11 TAKSOJEN KÄYTTÖ

### 11.1 Yleistä

Tie- ja vesirakennushallitus perusti 06.06.1972 neuvottelukunnan joka:

- tekee kuljetusmaksuja koskevia ehdotuksia
- käsittelee taksojen tai ohjeiden noudattamisessa ja soveltamisessa ilmeneviä erimielisyyksiä

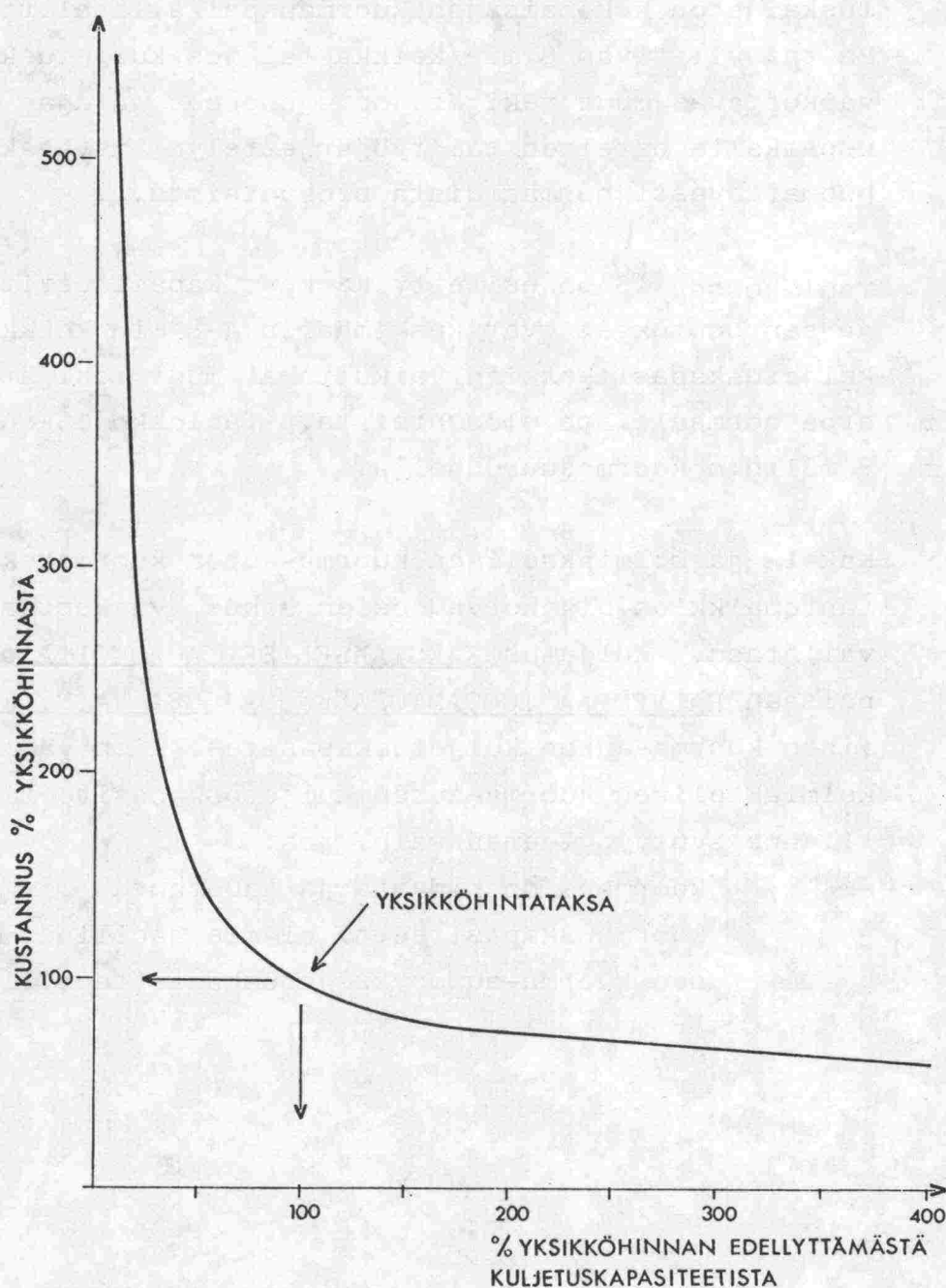
Neuvottelukunta tekee ehdotuksensa TUOTTAVUUDEN JA KULJETUS-KUSTANNUSTEN MUUTOSTEN perusteella.

Tie- ja vesirakennushallitus saattoi kirjeellään nro R-32/24.05.1979 voimaan kuljetusmaksut kuorma-autokuljetuksissa laitoksen omassa johdossa tehtävissä töissä ajalla 01.06.1979 - 31.05.1980 (TVH 731595). TAKSOJEN RAKENNE JA KÄYTTÖ MUUTTUU samalla HUOMATTAVASTI. Käyttöön tuli mm. maa- ja kivimassojen kuljetuksissa tuotantopalkkiotaksa.

Muutoksen seurauksena voi jokainen KULJETUSTEN JÄRJESTÄJÄ MERKITTÄVÄSTI VAIKUTTAA kuljetusten yksikköhintaan.

Kuljetukset tulisi tästä lähtien järjestää (muokkaamalla kuormaus- ja purkupaikan olosuhteita ja menetelmiä) siten, että MAHDOLLISIMMAN SUURI OSA maa- ja kiviainesten kuljetuksista suoritetaan YKSIKKÖHINTATAKSAA HALVEMMILLA YKSIKKÖ-KUSTANNUKSILLA (TUOTANTOPALKKIOTAKSA JA TEHOSTETUT JÄRJESTELYT). Kuvassa 7 on esitetty kuljetuskapasiteetin vaikutus yksikköhintaan ajettaessa tuotantopalkkiotaksalla.

Kuva 7: Yksikköhinnan muodostuminen ajettaessa tuotantopalkkiotaksalla





## 11.2 Yksikköhinta- ja tuotantopalkkiotaksat

Yksikköhintataksat ovat KIINTEITÄ ja niitä käytetään maa- ja kiviainesten, öljysoramassan, veden sekä hiekan ja suolahiekan kuljetuksissa, jos kuljetuskaluston kokonaisaika kuormauspaikalla so. kuormaus ja odotukset keskimäärin ovat 4-8 min. keikkaa kohden.

Tuotantopalkkiotaksat ovat KIINTEITÄ ja niitä käytetään edellä mainituissa kuljetustehtävissä silloin kun tehtävien luonteen tai olosuhteiden perusteella on odotettavissa kuljetuskaluston kokonaisajan kuormauspaikalla alittavan 4 min/keikka tai ylittävän 8 min/keikka tai jos kuljetuskapasiteettiin vaikuttavat muut tekijät, so ajonopeus ja ajan käyttö purkupaikalla esteiden tai työjärjestelyn tms. takia poikkeavat huomattavasti normaaleista olosuhteista.

Taulukossa 13 on esitetty karkeat kapasiteetit, kun kuormaus ja sen odotukset ovat keskimäärin 4-8 min keikkaa kohti eikä kuljetuskapasiteettiin vaikuttavat muut tekijät huomattavasti eroa normaaleista olosuhteista. Taulukko 13 on laskettu 8 m<sup>3</sup>itd:n kuormasuuruudella.

Kaksi- ja kolmiakselisen kuorma-auton kuormakokojen ja tuotantopalkkion aikakorvausosien suhde vaikuttaa autotyypin valintaan. Kuljetus KAKSIAKSELISELLÄ AUTOLLA on yksikköhinnaltaan HALVEMPAA TUOTANTOPALKKIOAJOSSA VAIN, JOS kaksiakselisen kuorma-auton kuljetuskapasiteetti on vähintään 85 % kolmiakselisen kuorma-auton kuljetuskapasiteetista. Tällainen tilanne syntyy yleensä vain, jos:

- kuormaus on hidasta ja tauotonta
- kuormauskapasiteetti ei ole jaollinen kolmiakselisen kuorma-auton kuljetuskapasiteetilla.

Taulukko 13: Yksikköhinnan käytön kapasiteettirajat

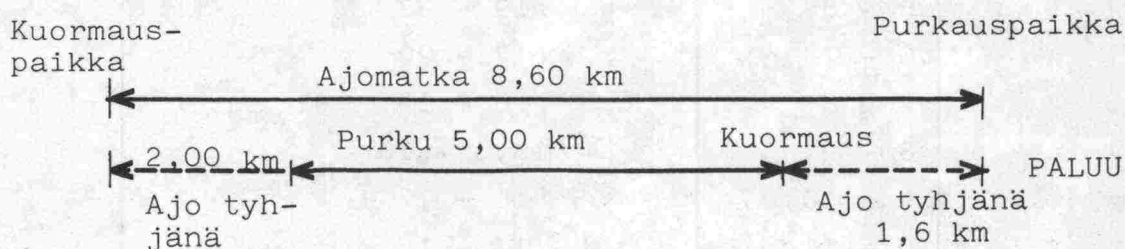
Kuljetus- matka (km)	Yksikköhintataksaa käytetään kun kuljetuskapasiteetti on m3itd/h
0 - 0,25	41 - 62
0,25 - 0,5	37 - 53
0,5 - 1	33 - 46
1 - 2	29 - 38
2 - 3	26 - 33
3 - 4	23 - 29
4 - 5	21 - 27
5 - 6	19 - 23
6 - 7	17 - 20
7 - 8	16 - 19
8 - 9	15,5 - 18
9 - 10	15 - 17
10 - 11	14 - 16
11 - 12	13 - 15
12 - 13	12 - 14
13 - 14	11,5 - 13
14 - 15	11,0 - 12,5
15 - 16	10,5 - 12
16 - 17	10,0 - 11,5
17 - 18	9,5 - 11,0
18 - 19	9,0 - 10,5
19 - 20	9,0 - 10,0



## 11.3 Menopaluutaksa

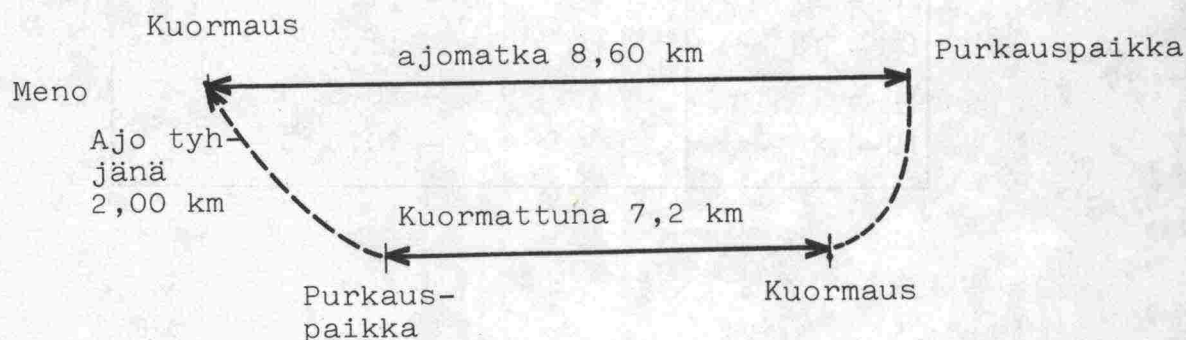
Kuljetustehtävissä, joissa paluu tapahtuu joko koko matkalla tai osalla matkaa kuormattuna, käytetään menopaluutaksaa, joka muodostuu menokuljetuksen osalta vastaavan kuljetusteh-  
tävän yksikköhinta- tai tuotantopalkkiotaksasta ja paluu-  
kuljetuksen osalta ao. tehtävän taksalaskelmissa käytettyjen  
seisonta-aikojen mukaan porrastettuna kiinteänä korvauksena.  
Menokuorma määrää aina myös paluukuorman etäisyysalueen:

a) meno ja paluu samaa reittiä



- menokuorma, taksa 8 - 9 km = 6,78 mk/m3itd
- paluukuorma, etäisyysalue > 8 km = 2,13 mk/m3itd

b) paluu eri reittiä



- menokuorma, taksa 10 - 11 km = 7,84 mk/m3itd
- paluukuorma, etäisyysalue > 8 km = 2,13 mk/m3itd

## 11.4 Kuljetukset täysperävaunuautoilla

Kuljetusmaksuista täysperävaunuautoilla tapahtuvissa kulje-  
tuksissa SOVITAAN sopijapuolten kesken tapauksittain ERIKSEEN

## 11.5 Tunti- ja yhdistetty taksa

Tunti- ja yhdistettyä taksaa, jotka on tarkoitettu aika-työluonteisiin kuljetustehtäviin, EI KÄYTETÄ MAA- JA KIVI-AINESTEN KULJETUKSESSA.

## 12. KULJETUSTEN SEURANTA

Kuljetusten suunnittelun ja järjestelyn TASOA SEURATAAN VERTAAMALLA OMIA TOTEUTUMIA suunnitelmien, tavoitteiden ja vertailukohteiksi valittujen MUIDEN yksiköiden tai kohteiden vastaaviin ARVOIHIN Vertailussa EROJEN SYYT SELVITETÄÄN ja niiden perusteella RYHDYTÄÄN PARANNUSTOIMIIN.

Seurannan kohteeksi valitaan tilanteesta ja tapauksesta riippuen joitakin taulukon 14 tunnusluvuista:



Taulukko 14: Tunnuslukuja

Luku	Käyttötarkoitus
<u>kuljetus-mk</u> em3	- kuljetusten taloudellisuuden seuranta kokonaisuutena
<u>ah t. ath</u> em3	- kuljetusten tuottavuuden seuranta kokonaisuutena (taksataso ei vaikuta)
<u>m3itd</u> em3	- turhien kuljetusten poistaminen
<u>m3itd x km</u> em3	- turhien kuljetusten poistaminen - kuljetusmatkojen minimointi
<u>m3itd</u> <u>m3rtr t. m3ktr</u> <u>m3itd x km</u> <u>m3rtr t. m3ktr</u>	- turhien kuljetusten poistaminen litteratasolla (massakertoimet otetaan huomioon) - turhien kuljetusten poistaminen litteratasolla - kuljetusmatkan minimointi litteratasolla (massakertoimet otetaan huomioon)
<u>kuljetus-mk</u> m3itd	- työnjärjestelyn tason seuranta - kuljetusmatkan minimointi (taksataso vaikuttaa lukuun)
<u>kuljetus-mk</u> m3itd x km	- työnjärjestelyn tason seuranta (taksataso vaikuttaa lukuun)
<u>ah t. ath</u> m3itd	- työnjärjestelyn tason seuranta - kuljetusmatkan minimointi (taksataso ei vaikuta)
<u>ah t. ath</u> m3itd	- työnjärjestelyn tason seuranta (taksataso ei vaikuta) (kuljetuksen tuottavuus)
<u>ath</u> ah	- kuljetuskaluston keskikokoon seuranta (tarkempi selvitys autokoottain)
<u>mk</u> ah t. ath	- keskimääräisen vuokratason seuranta (tarkempi selvitys autokoottain ja taksalajeittain)
em3 =	edistävä kuutiometri, joka kuvaa hankkeen massatöiden määrää
ah =	autotunti
ath =	autotonnitunti

Kuljetusten valvonta suunnataan:

- työn tekemiseen sovitulla menetelmällä
- kuormakoon seuraamiseen; erityisesti jos kuormakoko on maksuperuste ja kuormaaja on suuri
- työketjun tasapainon tarkentamiseen
- kuljetusten kunnossapitoon
- työsuojeluasioihin.

### 13. KULJETUSTEN TURVALLISESTA JÄRJESTÄMISESTÄ

#### 13.1 Säädöksiä

Kuormauksen, kuorman purkamisen ja kuljetuksen yhteydessä on noudatettava erityisesti seuraavia säädöksiä:

- tieliikennelait, erityisesti moottoriajoneuvoasetuksen (330/57) luku 7
- laki vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (510/74)
- laki vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (861/74)
- liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (610/78)
- kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdysaineiden kuljettamisesta tiellä (735/73)
- räjähdysaineasetus (691/71) erityisesti kuljetuksia koskeva 7. luku
- valtioneuvoston päätös, joka sisältää räjähdystyössä noudatettavat järjestysohjeet (362/65), erityisesti § 15
- sora- ja täytemaakuoppien työturvallisuusohjeet TVH no 701436 (suomenkielinen) ja 701437 (ruotsinkielinen)
- rakennustyön järjestysohjeet (työlaki 28)
- muu työsuojelulainsäädäntö

#### 13.2 Kuormaukseen liittyviä työturvallisuusohjeita

Kuormaaajan kuljettajan tulee:

- seurata tarkoin kuormausalueella mahdollisesti oleskelevia henkilöitä
- seurata niitä merkkejä ja ohjeita, joita hänelle annetaan
- huolehtia, ettei lavan reunalle tai kuormaan jää kiviä tms. jotka pudotessaan saattavat aiheuttaa tapaturman vaaraa
- huolehtia sora- ja täytemaakuopan tai kasan rintausten turvallisuudesta (rintauksen yläosan lippojen ja suurten kivien poistaminen, rintausten loiventaminen).



### 13.3 Kuorman purkamisessa esiintyvät tavallisimmat tapaturmat

Kuormien purkupaikoilla läjitysalueilla tapahtuneet onnettomuudet voidaan jakaa viiteen ryhmään:

- ajoneuvo ajaa liian pitkälle kuopan (penkereen) reunalle ja syöksyy alas
- ajoneuvo kaatuu tai putoaa maaperän pettäessä luiskassa
- kuormasta putoava kivi tai jäätynyt maa- tai kiviaineskokkare aiheuttaa kuorman vastaanottajan tai apumiehen loukkaantumisen
- ajoneuvo ajaa (peruuttaa) kuorman vastaanottajan päälle
- kuorman vastaanottaja loukkaantuu, kompastuessaan liukkaalla ja epätasaisella läjitysalueella.

### 13.4 Kuorman purkamiseen liittyviä työturvallisuusohjeita

Kuljetusvälineen kuljettaja ja kuorman vastaanottaja voivat estää tapaturmia noudattamalla heille annettuja ohjeita huolellisesti. Kuljetusvälineen kuljettajan tulee:

- varmistua kulkutien kelpoisuudesta
- kuorman turvallisuudesta (putoavat kivet ym)
- varmistua kuorman vastaanottajan olinpaikasta.

Kuormien vastaanottajan tulee:

- huolehtia siitä, että kuorma-auto ohjataan suunniteltuun purkupaikkaan
- huolehtia siitä, että ajoneuvoa ei ajeta liian lähelle reunaa; tämä voidaan estää antamalla kuljettajalle pysähdysmerkki tai asettamalla peruutuksen pysäyttävä pölkky tai vastaava purkauspaikalle
- kuorman purkamisen tapahtuessa piemeän aikana tulee valaistuksen purkauspaikalla olla riittävä, vastaanottaja voi työn kuluessa esim. valolähteitä sopiviin paikkoihin siirtämällä parantaa työkohteen valaistusta; mikäli valaistus on puutteellinen, on vastaanottajan otettava yhteys omaan esimieheensä välittömästi

- vastaanottajan tulee olla aina ajoneuvon kuljettajan puoleisella sivulla
- jos vastaanottajan täytyy mennä ajoneuvon taakse (esim. perälaudan avaaminen) on auto ehdottomasti pysäytettävä toimenpiteen ajaksi
- vastaanottajan tulee pysytellä riittävän kaukana ajoneuvosta, jotta esim. liukastumisen tai kompastumisen tapahtuessa ei ole vaaraa joutua ajoneuvon alle
- siirtymisen auton toiselle puolelle tulee tapahtua auton etupuolelta
- kuormien vastaanottajan tulee tarkkailla onko purkauspaikan maaperässä halkeamia, jotta maaperän sortumiselta voidaan välttyä; halkeaman ilmestyessä on siitä heti ilmoitettava esimiehelle.

### 13.5 Kuormien vastaanottajan ja kuormauspaikalla työskentelevän varusteet

Kuormien vastaanottajalla ja kuormauspaikalla työskentelevällä tulee olla:

- heijastava liivi tai vyö
- suojapääähine (-kypärä)

Lisäksi kannattaa käyttää suojajalkineita.

### 13.6 Muu varustus

Kuormaus- ja purkamisalueilla tulee olla

- riittävä keinovalaistus työskenneltäessä pimeässä
- tarvittaessa pysäytyspölkkyjä tai vastaavia
- tarvittaessa autojen kulkuraiteiden vahvistamiseen soveliaita lankkuja tai vastaavia
- liukkauden torjuntaan tarvittavaa hiekkaa (tai suolaa)

### 13.7 Rekisteröimättömän kaluston käytöstä

Työmaalla voidaan käyttää rekisteröimättöminä ylisuurta kuljetuskalustoa. Työsuojeluhallitus on kiertokirjeellään 39/74 antanut ohjeet, jotka TVH kirjeellä Y-4912/256/23/12-74 on tiedottanut piireille.



Ohjeiden mukaan mm:

- jotta rekisteröimätön ajoneuvo olisi kuljettajalleen ja muille työmaalla työskenteleville riittävän turvallinen, on siinä oltava TOIMINTAKUNNOSSA AINAKIN OHJAUSLAITE, JARRUT, VOIMANSIIRTOLAITTEET (ERITYISESTI KYTKIN) JA TAUSTAPEILI SEKÄ OLOSUHTEISTA RIIPPUEN VALOT, TUULILASIN PYYHKIJÄ PESULAITTEINEEN, SUUNTAVILKUT JA ÄÄNIMERKINANTOLAITE.
- rekisteröimättömille ajoneuvoille on suoritettava työmaatarkastukset rakennustyön järjestysohjeen 9 luvun edellyttämällä tavalla ja tarkastuksista on pidettävä pöytäkirjaa
- työturvallisuuslain 34 §:n 2 momentin mukaan erityisen tapaturman vaaran aiheuttavaa työtä ei saa suorittaa muu kuin siihen pätevä henkilö. Rakennustyön järjestysohjeen 3 § 2 momentin mukaan milloin työntekijän pätevyydestä on erikseen määrätty, saa tällaisen työn suorittamisen antaa vain määrätyn pätevyyskirjan tai luvan omaavan henkilön suoritettavaksi. Eräänä tällaisena pätevyyskirjana on pidettävä moottoriajoneuvon kuljettamiseen oikeuttavaa ajokorttia. Suljetuilla ja ajo-olosuhteiltaan erittäin vaikeilla työmaa-alueilla on siis em. säädösten mukaan perusteltua syytä vaatia kuljettajilta ajokortti.
- Käytännössä on tapaus tapaukselta harkittava, milloin ajokorttitonta työntekijää voidaan pitää tässä tapauksessa tarkoitettuna ammattitaitoisena ja pätevänä kuljettajana. Mikäli työntekijä on menettänyt ajokorttinsa esim. "rattijuoppouden" vuoksi, voidaan hänet katsoa kuitenkin tässä tarkoitetuksi päteväksi ja ammattitaitoiseksi henkilöksi.

- työntekijöiden kuljettaminen rekisteröimättömässä ajoneuvossa muualla kuin ohjaamossa on työturvallisuuslain 28 ja 29 pykälien sekä rakennustyön järjestysohjeen 14 § 2 momentin perusteella pääsääntöisesti kielletty.

- Liikenneturvallisuusvaatimukset täyttävän rekisteröimättömän kuorma-auton lavalla voidaan kuljettaa työntekijöitä, ellei olosuhteista muuta johdu, mikäli

- lava on varustettu kiinteillä istuimilla ja tukevilla, istuimen pinnasta mitattuna vähintään 50 cm korkeilla kaiteilla,
- jokaista kuljetettavaa kohti on lavalla tilaa vähintään 0,5 neliometriä,
- ajoneuvo on varustettu tarkoituksenmukaisilla tikkailla, jotka voidaan kiinnittää lavaan luotettavasti sinne nousemisen ja sieltä laskeutumisen ajaksi,
- kuljetettaessa työntekijöitä sateella tms. olosuhteissa, on kuljetettavat voitava suojata teräs- tai muilla kaarilla ja suojapeitteillä.

Rekisteröimättömän umpipakettiauton tavaratilassa voidaan kuljettaa työntekijöitä, mikäli heitä varten on kiinteät istuimet, enintään kuitenkin kuljettajan lisäksi kahdeksan henkilöä samalla kertaa.

Tässä kohdassa tarkoitettujen työntekijöitä kuljettavien ajoneuvojen kuljettajilla on oltava ajokortti.



## 14 YHTEENVETO

Kuljetusten järjestely on vaativaa työtä. Parhaan tuloksen aikaansaamiseksi tulisi:

- kuljetusten toteuttajat INNOSTAA VERTAAMAAN kuljetusmuotoja, -tapoja ja menetelmiä
- kuljetusten toteuttajat INNOSTAA YHTEISTYÖHÖN rakenteen ja työn muun osien suunnittelijoiden kanssa
- kuljetustyön eri osapuolille tehokkaasti OPETTAA kuljetusten järjestelyyn tarvittava tieto ja sen "uutuudet".